

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6013377号
(P6013377)

(45) 発行日 平成28年10月25日 (2016. 10. 25)

(24) 登録日 平成28年9月30日 (2016. 9. 30)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-556134 (P2013-556134)	(73) 特許権者	304008175 株式会社ユネクス 愛知県名古屋市中区栄二丁目6番1号
(86) (22) 出願日	平成24年1月31日 (2012. 1. 31)	(74) 代理人	100085361 弁理士 池田 治幸
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/052190	(72) 発明者	原田 親男 愛知県名古屋市中区栄二丁目6番1号 株式会社ユネクス内
(87) 国際公開番号	W02013/114580	(72) 発明者	松野 均 愛知県名古屋市中区栄二丁目6番1号 株式会社ユネクス内
(87) 国際公開日	平成25年8月8日 (2013. 8. 8)	(72) 発明者	塚原 弘政 愛知県名古屋市中区栄二丁目6番1号 株式会社ユネクス内
審査請求日	平成27年1月17日 (2015. 1. 17)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体血管パラメータ測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体の一部の皮膚上に超音波センサを接触させて該皮膚内の血管の血管パラメータを測定する生体血管パラメータ測定装置であって、

前記生体の一部が載置される受面を有する受台と、

前記受台の受面に開口し、前記超音波センサの検出面が該開口内に位置するように該超音波センサを収容する収容穴と、

前記収容穴の開口内周に設けられて液状物質を収容し、前記超音波センサの検出面と前記受面に載置された前記生体の一部との間に該液状物質を介在させる液状物質貯留装置とを、含むことを特徴とする生体血管パラメータ測定装置。

【請求項 2】

前記収容穴内に収容された超音波センサは、前記収容穴内に設けられた案内装置によって前記生体の動脈に対して交差するX軸方向に案内され且つX軸方向駆動装置により位置決めさせられる移動部材に支持されていることを特徴とする請求項 1 の生体血管パラメータ測定装置。

【請求項 3】

前記液状物質貯留装置は、外周部が前記収容穴の開口部内周縁に液密に固定され、且つ、内周部が前記超音波センサの検出面の周囲に液密に固定された弾性シートを備え、前記液状物質を該液状物質の液面が前記超音波センサの検出面よりも上となるように該弾性シート上に貯留するものである請求項 1 または 2 の生体血管パラメータ測定装置。

10

20

【請求項 4】

前記液状物質貯留装置は、前記液状物質が封入されて前記超音波センサの検出面と前記受面に載置された前記生体の一部との間に介在させられた袋状弾性体である請求項 1 または 2 の生体血管パラメータ測定装置。

【請求項 5】

前記超音波センサは、

複数個の超音波発振子が前記 X 軸方向に平行な方向に沿って直線的に配列された互いに平行な一対の第 1 短軸用超音波アレイ探触子および第 2 短軸用超音波アレイ探触子と、該一対の第 1 短軸用超音波アレイ探触子および第 2 短軸用超音波アレイ探触子の間にそれらと直交する方向に複数個の超音波発振子が配置された長軸用超音波アレイ探触子とを前記検出面に備えた超音波プローブと、

該超音波プローブを前記 X 軸まわりに回動させ、前記第 1 短軸用超音波アレイ探触子の長手方向の中央部を通り且つ前記検出面に垂直な Z 軸まわりに回動させることが可能な回動位置決め装置とを備えていることを特徴とする請求項 2 の生体血管パラメータ測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体血管パラメータ測定装置に関し、特にその生体血管パラメータ測定装置による血管パラメータの測定時の被測定者の不安を軽減させる技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

生体血管パラメータ測定装置は、例えば特許文献 1 に示すように、被測定者の上腕(生体の一部)の皮膚上に超音波センサの検出面を接触させてその皮膚内の血管の血管パラメータたとえば血管径、血管断面積、血管壁厚、プラーク、血流速度などを測定するものである。

【0003】

また、特許文献 1 の生体血管パラメータ測定装置には、前記上腕が載置される受面を有する受台が備えられており、その受台上に載置された上腕の動脈上に超音波センサの検出面が押圧される。すなわち、前記上腕は、前記受台の受面と前記超音波センサの検出面との間に配置されその受面と検出面とに挟まれた状態で、前記生体血管パラメータ測定装置によりその血管の血管パラメータが測定される。また、前記超音波センサの検出面と前記上腕との間には、超音波損失を軽減するためのカップリング剤としてよく知られたゼリー(超音波ゼリー)が介在されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 072481 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記のような特許文献 1 の生体血管パラメータ測定装置において、測定時に前記受台上の前記上腕に前記超音波センサの検出面が押圧されるので、被測定者は、その上腕が前記受面と前記検出面に挟まれているような感覚となり更に強く挟まれるのではないかという不安を感じる可能性があった。そのため、上記のような生体血管パラメータ測定装置では、被測定者の心理が不安定となって安定な測定ができない場合があるという問題があった。

【0006】

本発明は、以上の事情を背景として為されたものであって、その目的とするところは、血管パラメータの測定時の被測定者の不安を軽減させる生体血管パラメータ測定装置を提

10

20

30

40

50

供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

かかる目的を達成するための本発明の要旨とするところは、(a) 生体の一部の皮膚上に超音波センサを接触させてその皮膚内の血管の血管パラメータを測定する生体血管パラメータ測定装置であって、(b) 前記生体の一部が載置される受面を有する受台と、(c) 前記受台の受面に開口し、前記超音波センサの検出面がその開口内に位置するようにその超音波センサを収容する収容穴と、(d) 前記収容穴の開口内周に設けられて液状物質を収容し、前記超音波センサの検出面と前記受面に載置された前記生体の一部との間にその液状物質を介在させる液状物質貯留装置とを、含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の生体血管パラメータ測定装置によれば、(b) 前記生体の一部が載置される受面を有する受台と、(c) 前記受台の受面に開口し、前記超音波センサの検出面がその開口内に位置するようにその超音波センサを収容する収容穴と、(d) 前記収容穴の開口内周に設けられて液状物質を収容し、前記超音波センサの検出面と前記受面に載置された前記生体の一部との間にその液状物質を介在させる液状物質貯留装置とを含む。このため、前記生体の一部を前記受台の受面に載置させることによって、前記超音波センサーの検出面がその生体の一部の皮膚上に接触するので、前記生体の一部を前記受台に載置させた状態での前記血管パラメータの測定が可能となる。これによって、従来のような前記超音波センサの検出面と前記受台の受面とに押さえられた状態で血管パラメータが測定されるものに比較して、前記生体血管パラメータ測定装置は、前記生体の一部を前記受台の受面に載置させるだけであり、前記生体の一部を容易に離すことができるので、前記血管パラメータの測定時の被測定者の不安を軽減させることができる。

20

【0009】

ここで、好適には、前記収容穴内に収容された超音波センサは、前記収容穴内に設けられた案内装置によって前記生体の動脈に対して交差するX軸方向に案内され且つX軸方向駆動装置により位置決めさせられる移動部材に支持されている。このため、前記超音波センサの前記X軸方向駆動装置による前記X軸方向の位置決めが可能となり、前記生体の一部内の血管と前記超音波センサとのずれが自動的に解消される。

30

【0010】

また、好適には、前記液状物質貯留装置は、外周部が前記収容穴の開口部内周縁に液密に固定され、且つ、内周部が前記超音波センサの検出面の周囲に液密に固定された弾性シートを備え、前記液状物質をその液状物質の液面が前記超音波センサの検出面よりも上となるようにその弾性シート上に貯留するものである。このため、測定時には、前記超音波センサの検出面と前記生体の一部との間に前記液状物質が前記液状物質貯留装置により常時介在されているので、従来のように前記液状物質が前記生体の一部から流れ落ちることなく、良好な血管の画像を連続的に得ることができる。

【0011】

また、好適には、前記液状物質貯留装置は、前記液状物質が封入されて前記超音波センサの検出面と前記受面に載置された前記生体の一部との間に介在させられた袋状弾性体である。このため、測定時には、前記超音波センサの検出面と前記生体の一部との間に前記袋状弾性体が常時介在されているので、従来のように前記液状物質が前記生体の一部から流れ落ちることなく、良好な血管の画像を連続的に得ることができる。

40

【0012】

また、好適には、前記超音波センサは、(a) 複数個の超音波発振子が前記X軸方向に平行な方向に沿って直線的に配列された互いに平行な一対の第1短軸用超音波アレイ探触子および第2短軸用超音波アレイ探触子と、その一対の第1短軸用超音波アレイ探触子および第2短軸用超音波アレイ探触子の間にそれらと直交する方向に複数個の超音波発振子が配置された長軸用超音波アレイ探触子とを前記検出面に備えた超音波プローブと、(b) そ

50

の超音波プローブを前記X軸まわりに回動させ、前記第1短軸用超音波アレイ探触子の長手方向の中央部を通り且つ前記検出面に垂直なZ軸まわりに回動させることが可能な回動位置決め装置とを備えている。このため、前記超音波プローブを前記X軸および/または前記Z軸まわりに回動させて前記血管に対して前記超音波プローブを最適な位置へ自動的に位置決めすることができ、良好な血管の画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の生体血管パラメータ測定装置の一実施例である血管内皮機能検査装置の全体的な構成を説明する図である。

【図2】図1の血管内皮機能検査装置のII-II視断面図である。

10

【図3】図1の血管内皮機能検査装置に備えられた血管超音波画像測定装置の構成を説明する図である。

【図4】図3の血管超音波画像測定装置に備えられた超音波プローブと対象である血管の関係を示す図である。

【図5】図3の血管超音波画像測定装置の測定対象である血管の内膜、中膜、外膜から成る3層構造を説明する図である。

【図6】図3の血管超音波画像測定装置により測定された情報に基づいて図1の血管内皮機能検査装置の表示器に表示される血管の画像を示す図である。

【図7】本発明の他の実施例の血管内皮機能検査装置を示す図であり、図2に対応する図である。

20

【図8】本発明の他の実施例の血管内皮機能検査装置を示す図であり、図2に対応する図である。

【図9】本発明の他の実施例の血管内皮機能検査装置を示す図であり、図1に対応する図である。

【図10】図9の血管内皮機能検査装置のX-X視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の実施例において図は理解を容易とするために適宜簡略化或いは変形されており、各部の寸法比および形状等は必ずしも正確に描かれていない。

30

【実施例1】

【0015】

図1は、本発明の生体血管パラメータ測定装置の一実施例である血管内皮機能検査装置10の全体的な構成を説明する図である。この血管内皮機能検査装置10は、生体の一部の血管に対して出力される超音波の反射信号に基づいて、血管パラメータすなわち血管の径、血管断面積、内膜厚、プラーク、血流速度等を測定するFMD(Flow-Mediated Dilation: 血流依存性血管拡張反応)計測を行うものである。図2に詳しく示すように、血管内皮機能検査装置10は、生体の一部である被験者(被測定者)12の上肢14を載置するための受台16と、その受台16に設けられた超音波センサ18を用いて被験者12の上肢14の皮膚20の上からその皮膚20直下に位置する血管22の横断面画像(短軸画像)或いは縦断面画像(長軸画像)を測定する血管超音波画像測定装置24と、測定部位における血管22の血流を阻止するためにその測定部位の上流側又は下流側(図1では下流側)の部位を圧迫する加圧装置26とを備えている。

40

【0016】

受台16には、被験者12の上腕28を載置させる平らな受面16aが形成されている。受台16には、その受面16aに矩形状に開口し、超音波センサ18の先端部の検出面18aがその開口内に位置するように超音波センサ18を収容する収容穴16bと、その収容穴16bの開口内周に設けられて液状物質30を収容し、超音波センサ18の検出面18aと受面16aに載置された上腕28の皮膚20との間に液状物質30を介在させる液状物質貯留装置32とが備えられている。液状物質30は、超音波の境界面における反

50

射や散乱による減衰を抑制して超音波画像を明瞭とするための水や、カップリング剤としてよく知られた低粘性或いは流動性のゼリー等である。なお、超音波センサ 18 の検出面 18 a は上方を向いている。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、外周部 34 a が收容穴 16 b の開口部内周縁に液密に固定され、且つ、内周部 34 b が超音波センサ 18 の検出面 18 a の周囲に固定された蛇腹状の弾性シート 34 を備え、液状物質 30 をその液状物質 30 の液面 30 a が検出面 18 a よりも上となるように弾性シート 34 上に貯留する液状物質貯留装置 32 が、收容穴 16 b の開口部に設けられている。

【 0 0 1 8 】

上腕 28 を受台 16 の受面 16 a に載置させることによって、超音波センサ 18 の検出面 18 a が液状物質 30 を介して上腕 28 の血管 22 を変形させない程度に軽く皮膚 20 に接触させることができる。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、收容穴 16 b 内に收容された超音波センサ 18 は、收容穴 16 b 内に設けられた案内装置 36 によって上腕 28 の血管 22 に対して交差する X 軸方向に案内され且つ X 軸方向駆動装置 38 により位置決めさせられる移動部材 40 により支持されている。

【 0 0 2 0 】

案内装置 36 は、收容穴 16 b の内壁面に両端部が固定され、移動部材 40 を X 軸方向に案内する長手状の案内部材 42 を備え、移動部材 40 には、X 軸方向駆動装置 38 のねじ軸 38 a の外周面に形成された雄ねじと螺合する雌ねじが形成された部材 44 が固定されている。これによって、X 軸方向駆動装置 38 のねじ軸 38 a が回転すると、移動部材 40 およびそれに固定された超音波センサ 18 が X 軸方向に案内され且つ位置決めさせられる。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、血管超音波画像測定装置 24 の構成を説明する図である。この図 3 に示す超音波センサ 18 は、血管 22 に対して所定の超音波を発生させる超音波発振器及びその超音波に関して血管 22 から反射される反射波に基づいてその血管 22 に関連する生体情報すなわち血管状態（血管パラメータ）を検出する互いに平行な 2 列の第 1 短軸用超音波アレ

イ探触子 A 及び第 2 短軸用超音波アレ

イ探触子 B とそれらの長手方向中央部を連結する長

軸用超音波アレ

イ探触子 C とを一平面すなわち平坦な検出面 18 a 上に有して成る H 型の

超音波プローブ 46 と、その超音波プローブ 46 を位置決めするための多軸駆動装置（回

動位置決め装置）48 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、超音波プローブ 46 と血管 22 の関係を示す図であり、この図 4 に示すように、第 1 短軸用超音波アレ

イ探触子 A、第 2 短軸用超音波アレ

イ探触子 B、及び長軸用超音

波アレ

イ探触子 C は、例えば圧電セラミックスから構成された複数個の超音波振動子（超

音波発振子） $a_1 \sim a_n$ が直線的に配列されることにより長手状にそれぞれ構成されている。

つまり、一對の第 1 短軸用超音波アレ

イ探触子 A および第 2 短軸用超音波アレ

イ探触子 B は、複数個の超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ が X 軸方向に平行な方向に沿って直線的に配列され

、長軸用超音波アレ

イ探触子 C は、複数個の超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ が一對の第 1 短軸用超

音波アレ

イ探触子 A および第 2 短軸用超音波アレ

イ探触子 B の間にそれらと直交する方向に沿って直線的に配列されたものである。また、多軸駆動装置 48 は、図 3 に示すように、超音波プローブ 46 を X 軸まわりに回動させて X 軸まわりの回動位置を位置決めさせる X 軸回動機構 50 と、超音波プローブ 46 を第 1 短軸用超音波アレ

イ探触子 A の長手方向の中央部を通り且つ検出面 18 a に垂直な Z 軸まわりに回動させて Z 軸まわりの回動位置を位置決めさせる Z 軸回動機構 52 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、上腕 28 内には、上腕動脈 E 1 および上腕骨 H 1 等が存在している

10

20

30

40

50

。上腕動脈 E 1 である血管 2 2 は、図 5 に示すように、内膜 L₁、中膜 L₂、外膜 L₃ から成る 3 層構造を備えている。この血管 2 2 に関して超音波を用いて得られる画像では、中膜 L₂ からの反射がきわめて弱いため、内膜 L₁ 及び外膜 L₃ が表示される。実際の画像では、血管 2 2 内及び中膜 L₂ は黒く表示され、内膜 L₁ 及び外膜 L₃ が白く表示され、組織が白黒の斑で表示される。この内膜 L₁ は、外膜 L₃ よりも大幅に厚みが薄く表示され、画像中において相対的に表示され難い一方で、FMD の評価に際してはその内膜 L₁ の径の変化率を用いることが望まれる。

【 0 0 2 4 】

図 3 に戻って、血管超音波画像測定装置 2 4 は、所謂マイクロコンピュータから構成された電子制御装置 5 4 と、血管 2 2 の画像を表示する表示器 5 6 と、超音波駆動制御回路 5 8 と、駆動モータ制御回路 6 0 とを備えている。血管内皮機能検査装置 1 0 は、電子制御装置 5 4 によって統括的に制御されるものであり、その電子制御装置 5 4 によって超音波駆動制御回路 5 8 から駆動信号が供給されて超音波センサ 1 8 の超音波プローブ 4 6 の第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A、第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B、及び長軸用超音波アレイ探触子 C から超音波が放射される一方、その第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A、第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B、及び長軸用超音波アレイ探触子 C により検知された超音波反射信号を受けてその超音波反射信号の処理が行われることによって、被験者 1 2 の皮膚 2 0 下の超音波画像が生成され表示器 5 6 に表示される。

【 0 0 2 5 】

電子制御装置 5 4 は、超音波駆動制御回路 5 8 を介して超音波センサ 1 8 による超音波の発生を制御する超音波駆動制御部 6 2、その超音波センサ 1 8 により受信される反射波の検波処理を行う検波処理部 6 4、その検波処理部 6 4 により検波された信号に関してドップラー信号処理を行うドップラー信号処理部 6 6、B モード信号処理を行う B モード信号処理部 6 8、その B モード信号処理部 6 8 により処理された信号に基づく画像を表示器 5 6 に表示させる表示制御を行う表示制御部 7 0、駆動モータ制御回路 6 0 を介して多軸駆動装置 4 8 および X 軸方向駆動装置 3 8 の駆動を制御する 3 軸駆動モータ制御部 7 2、及び加圧装置 2 6 の作動を制御する加圧制御部 7 4 等を制御機能として備えている。

【 0 0 2 6 】

表示器 5 6 は、図 6 に示すように、第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A による超音波画像を表示する第 1 短軸画像表示領域 S 1 と、第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B による超音波画像を表示する第 2 短軸画像表示領域 S 2 と、長軸用超音波アレイ探触子 C による超音波画像を表示する長軸画像表示領域 S 3 とを有している。更には、第 1 短軸画像表示領域 S 1、第 2 短軸画像表示領域 S 2、及び長軸画像表示領域 S 3 は、皮膚 2 0 からの深さ寸法を示す共通の縦軸を備えたものである。また、前述したように、血管 2 2 の超音波画像が生成されるに際して、超音波プローブ 4 6 は対象となる血管 2 2 に対して所定の位置となるよう電子制御装置 5 4 (3 軸駆動モータ制御部 7 2) によって駆動モータ制御回路 6 0 から駆動信号を供給された多軸駆動装置 4 8 および X 軸方向駆動装置 3 8 が駆動することにより位置決めさせられる。上記所定の位置とは、第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A 及び第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B が対象となる血管 2 2 に対して直交する位置、且つ長軸用超音波アレイ探触子 C がその血管 2 2 に対して平行で真下となる位置である。この位置では、血管 2 2 が、長軸用超音波アレイ探触子 C の真上に位置し、且つ、第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A 及び第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B の長手方向中央部の真上に位置している。

【 0 0 2 7 】

加圧装置 2 6 は、被験者 1 2 の上肢 1 4 における血管 2 2 の血流を阻止するために、血管超音波画像測定装置 2 4 による測定部位の上流側又は下流側 (図 1 では下流側) の部位を圧迫するための装置であり、被験者 1 2 の前腕 9 2 に巻回されて用いられるカフ 7 6 と、そのカフ 7 6 のカフ圧を制御する血管超音波画像測定装置 2 4 に設けられた図示しないカフ圧制御装置とを、備えて構成されている。カフ 7 6 は、例えば空気圧等によりそのカフ圧が変更可能とされたものであり、上記カフ圧制御装置は、カフ 7 6 に連結された電動

10

20

30

40

50

加圧ポンプ、電磁開放弁を備えた排気コック、及び圧力計等を備え、電子制御装置 5 4 (加圧制御部 7 4)からの指令に従い超音波センサ 1 8 の駆動と連動して、上記加圧ポンプ及び上記排気コック等の作動を介して、カフ 7 6 のカフ圧を加圧乃至解放する制御を行う。

【 0 0 2 8 】

血管内皮機能検査装置 1 0 による血管状態の測定に際して、超音波駆動制御回路 5 8 は、電子制御装置 5 4 からの指令に従って、例えば第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A を構成する一列に配列された複数個の超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ のうち、その端の超音波振動子 a_1 から一定数の超音波振動子群例えば 1 5 個の $a_1 \sim a_{15}$ 毎に所定の位相差を付与しつつ 1 0 MHz 程度の周波数で同時駆動するビームフォーミング駆動することにより超音波振動子の配列方向において収束性の超音波ビームを対象となる血管 2 2 に向かってすなわち上向きに向かって順次放射させ、超音波振動子を 1 個ずつずらしながらその超音波ビームをスキャン(走査)させたときの放射毎の反射波を受信して電子制御装置 5 4 へ入力させる。また、第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A の放射面には、その超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ の配列方向に直交する方向に超音波ビームを収束させるための図示しない音響レンズが設けられている。上述のようなビームフォーミング駆動及び音響レンズによって収束させられた超音波ビームには、超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ の配列方向に対して直交する方向に長手状の収束断面が形成される。この収束断面の長手方向は、平面視において超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ の配列方向、及びビームの放射方向に対して、それぞれ直交する方向である。電子制御装置 5 4 (表示制御部 7 0) は、上記反射波に基づいて画像を合成し、皮膚 2 0 下における血管 2 2 の横断面画像(短軸画像)、或いは縦断面画像(長軸画像)を生成させて、表示器 5 6 に表示させる。

【 0 0 2 9 】

以上のように構成された血管内皮機能検査装置 1 0 によれば、被験者 1 2 は、上腕 2 8 を受台 1 6 の受面 1 6 a に載置させることによって、超音波センサ 1 8 の検出面 1 8 a が液状物質 3 0 を介して皮膚 2 0 に接触する。そして、図 2 に示すように、被験者 1 2 の上腕 2 8 を受台 1 6 に載置させた状態にて測定された情報に基づいて図 6 に示す血管 2 2 の画像が表示器 5 6 に表示される。このようにして得られた血管画像から、図 5 に示す血管 2 2 の径或いは内皮の直径である内皮径(内腔径)が算出される。

【 0 0 3 0 】

また、血管内皮機能検査装置 1 0 においては、対象となる血管 2 2 に関して安静状態における血管パラメータとその虚血状態からの充血後の血管パラメータとを比較することで、血管内皮機能の評価が行われる。すなわち、対象となる血管 2 2 に関して、先ず、被験者 1 2 の安静時における血管径 d が測定された後、加圧装置 2 6 により測定部位における血管 2 2 の血流を阻止するためにその測定部位の上流側又は下流側の部位が圧迫された状態で所定時間維持させられ、その測定部位よりも上流側又は下流側の部位が虚血状態へ移行した段階でカフ 7 6 が急解放されて、対象となる血管 2 2 の虚血状態からの充血後の血管径(阻血解放後の最大血管径) d_{max} が測定される。そして、虚血反応性充血後の FMD (血流依存性血管拡張反応)を表す血管径の変化率(%) $[= 100 \times (d_{max} - d) / d]$ が算出され、その結果に基づいて対象となる血管 2 2 の内皮機能が評価される。

【 0 0 3 1 】

本実施例の血管内皮機能検査装置 1 0 によれば、上腕 2 8 が載置される受面 1 6 a を有する受台 1 6 と、受台 1 6 の受面 1 6 a に開口し、超音波センサ 1 8 の検出面 1 8 a がその開口内に位置するように超音波センサ 1 8 を収容する収容穴 1 6 b と、収容穴 1 6 b の開口内周に設けられて液状物質 3 0 を収容し、超音波センサ 1 8 の検出面 1 8 a と受面 1 6 a に載置された上腕 2 8 との間に液状物質 3 0 を介在させる液状物質貯留装置 3 2 とを含む。このため、上腕 2 8 を受台 1 6 の受面 1 6 a に載置させることによって、超音波センサ 1 8 の検出面 1 8 a がその上腕 2 8 の皮膚 2 0 に接触するので、上腕 2 8 を受台 1 6 に載置させた状態での血管径すなわち血管パラメータの測定が可能となる。これによって、従来のような超音波センサの検出面と受台の受面とに押さえられた状態で血管パラメー

タが測定されるものに比較して、血管内皮機能検査装置 10 は、上腕 28 を受台 16 の受面 16 a に載置させるだけであり、上腕 28 を容易に離すことができるので、血管パラメータの測定時の被験者 12 の不安を軽減させることができる。

【0032】

また、本実施例の血管内皮機能検査装置 10 によれば、収容穴 16 b 内に収容された超音波センサ 18 は、収容穴 16 b 内に設けられた案内装置 36 によって上腕 28 の動脈 22 に対して交差する X 軸方向に案内され且つ X 軸方向駆動装置 38 により位置決めさせられる移動部材 40 に支持されている。このため、超音波センサ 18 の X 軸方向駆動装置 38 による X 軸方向の位置決めが可能となり、上腕 28 内の血管 22 と超音波センサ 18 とのずれが自動的に解消される。

10

【0033】

また、本実施例の血管内皮機能検査装置 10 によれば、液状物質貯留装置 32 は、外周部 34 a が収容穴 16 b の開口部内周縁に液密に固定され、且つ、内周部 34 b が超音波センサ 18 の検出面 18 a の周囲に液密に固定された弾性シート 34 を備え、液状物質 30 をその液状物質 30 の液面 30 a が超音波センサ 18 の検出面 18 a よりも上となるようにその弾性シート 34 上に貯留するものである。このため、測定時には、超音波センサ 18 の検出面 18 a と上腕 28 との間に液状物質 30 が液状物質貯留装置 32 により常時介在されているので、従来のようにゼリー(超音波ゼリー)が上腕 28 から流れ落ちることなく、良好な血管 22 の画像を連続的に得ることができる。

【0034】

20

また、本実施例の血管内皮機能検査装置 10 によれば、超音波センサ 18 は、複数個の超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ が X 軸方向に平行な方向に沿って直線的に配列された互いに平行な一対の第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A および第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B と、その一対の第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A および第 2 短軸用超音波アレイ探触子 B の間にそれらと直交する方向に複数個の超音波振動子 $a_1 \sim a_n$ が配置された長軸用超音波アレイ探触子 C とを検出面 18 a に備えた超音波プローブ 46 と、その超音波プローブ 46 を X 軸まわりに回動させ、第 1 短軸用超音波アレイ探触子 A の長手方向の中央部を通り且つ検出面 18 a に垂直な Z 軸まわりに回動させることが可能な回動位置決め装置 48 とを備えている。このため、超音波プローブ 46 を X 軸および / または Z 軸まわりに回動させて血管 22 に対して超音波プローブ 46 を最適な位置へ自動的に位置決めすることができ、良好な血管 22 の画像を得ることができる。

30

【実施例 2】

【0035】

次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、以下の説明において実施例相互間で共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

【0036】

本実施例の血管内皮機能検査装置 78 は、前述の実施例 1 の血管内皮機能検査装置 10 に比較して、受台 16 の収容穴 16 b 内の構造が実施例 1 と異なる点で相違し、それ以外は略同様に構成されている。

【0037】

40

受台 16 の収容穴 16 b 内には、図 7 に示すように、平板状の上板 80 a を X 軸方向に移動させる粗動アクチュエータ 80 が収容されており、その上板 80 a には、超音波センサ 18 を収容する収容穴 82 a が形成された移動部材 82 が一体的に固定されている。なお、超音波センサ 18 の検出面 18 a が、実施例 1 の血管内皮機能検査装置 10 と同様に受台 16 の収容穴 16 b の開口内に位置するように、移動部材 82 および粗動アクチュエータ 80 が収容穴 16 b 内に配設されている。また、粗動アクチュエータ 80 が駆動することによって、上板 80 a に固定された移動部材 82 すなわち超音波センサ 18 が X 軸方向に移動する。

【0038】

図 7 に示すように、移動部材 82 には、その収容穴 82 a の開口内周に設けられて液状

50

物質30を収容し、超音波センサ18の検出面18aと受面16aに載置された上腕28の皮膚20との間に液状物質30を介在させる実施例1と同様の液状物質貯留装置32が備えられている。また、収容穴82a内には、実施例1と同様の案内装置36が備えられており、超音波センサ18は、その案内装置36によってX軸方向に案内されX軸方向の位置が位置決めさせられる。なお、案内装置36に備えられたX軸方向駆動装置38は、超音波センサ18をX軸方向に移動させる移動速度が粗動アクチュエータ80よりも遅いものでありX軸方向の位置決め精度が高いものである。

【0039】

以上のように構成された血管内皮機能検査装置78によれば、実施例1の血管内皮機能検査装置10と同様に、上腕28を受台16の受面16aに載置させることによって、超音波センサ18の検出面18aが液状物質30を介して上腕28の血管22を変形させない程度に軽く皮膚20に接触する。このため、血管内皮機能検査装置78は、実施例1の血管内皮機能検査装置10と同様の効果を備えるものである。

【0040】

また、血管内皮機能検査装置78では、超音波センサ18をX軸方向の目標位置に位置決めする際に、3軸駆動モータ制御部72によって駆動モータ制御回路60を介して、例えば始めにX軸方向の移動速度が速い粗動アクチュエータ80を駆動させて前記目標位置の近くまで移動させ、その後X軸方向の位置決め精度が高いX軸方向駆動装置38を駆動させて前記目標位置に位置決めさせることができる。これによって、超音波センサ18のX軸方向に位置決めが好適に速くなり且つその位置決め精度が高くなる。

【実施例3】

【0041】

本実施例の血管内皮機能検査装置84は、前述の実施例1の血管内皮機能検査装置10と比較して、液状物質貯留装置86が実施例1の液状物質貯留装置32と異なる点で相違し、それ以外は略同様に構成されている。

【0042】

液状物質貯留装置86は、液状物質30が封入されて超音波センサ18の検出面18aと受面16aに載置された上腕28との間に介在された略円板形状の袋状弾性体88である。なお、液状物質30が封入された袋状弾性体88は、実施例1と同様の弾性シート34によって支持されている。

【0043】

本実施例の血管内皮機能検査装置84によれば、測定時には、超音波センサ18の検出面18aと上腕28との間に袋状弾性体88が常時介在されているので、従来のようにゼリー(超音波ゼリー)が上腕から流れ落ちることなく、良好な血管22の画像を連続的に得ることができる。

【実施例4】

【0044】

本実施例の血管内皮機能検査装置90は、前述の実施例1の血管内皮機能検査装置10と比較して、被験者12の前腕92が受台16の載置されてその前腕92内の血管94の画像が表示器56に表示される点で相違し、それ以外は略同様に構成されている。なお、血管内皮機能検査装置90では、図9示すように、上腕28がカフ76によって圧迫された状態で所定時間維持させられ、その後、カフ76が急解放されて、トウ骨動脈E2の内皮機能が評価される。また、図10に示すように、前腕92は、トウ骨動脈E2、尺骨動脈E3、トウ骨H2、尺骨H3等を備えている。

【0045】

血管内皮機能検査装置90において、図10に示すように、被験者12は、前腕92を受台16の受面16aに載置させることによって、超音波センサ18の検出面18aが液状物質30を介して皮膚20に接触する。そして、被験者12の前腕92を受台16に載置させた状態で測定された情報に基づいて血管94の画像が表示器56に表示される。このようにして得られた血管94の画像から、たとえばトウ骨動脈E2の径或いは内皮の直

10

20

30

40

50

径である内皮径(内腔径)が算出される。

【0046】

本実施例の血管内皮機能検査装置90によれば、前腕92を受台16の受面16aに載置させることによって、超音波センサ18の検出面18aがその前腕92の皮膚20に接触するので、前腕92を受台16に載置させた状態での血管94の径すなわち血管パラメータの測定が可能となる。これによって、実施例1の血管内皮機能検査装置10と同様に、血管内皮機能検査装置90は、前腕92を受台16の受面16aに載置させるだけであり、前腕92を容易に離すことができるので、血管パラメータの測定時の被験者12の不安を軽減させることができる。

【0047】

以上、本発明の好適な実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、更に別の態様においても実施される。

【0048】

例えば、前述の実施例において、上腕動脈E1(10)の測定を行う血管内皮機能検査装置10、78、84およびトウ骨動脈E2(94)の測定を行う血管内皮機能検査装置90に本発明が適用された例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば上肢14の表皮面より測定できる動脈や静脈、或いはその他の下肢の血管等の血管パラメータの測定においても同様に適用され、効果を奏するものである。

【0049】

また、前述の実施例において、前記超音波プローブ46は、互いに平行な2列の第1短軸用超音波アレイ探触子Aおよび第2短軸用超音波アレイ探触子Bとそれらの長手方向中央部を連結する長軸用超音波アレイ探触子Cとを検出面18aに有して成るH型のものを使用していたが、インライン型やその他のプローブを用いてもよい。

【0050】

また、前述の実施例において、血管内皮機能検査装置84では、弾性シート34が備えられていたが、取り外しても良い。

【0051】

その他一々例示はしないが、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【符号の説明】

【0052】

10、78、84、90：血管内皮機能検査装置(生体血管パラメータ測定装置)

16：受台

16a：受面

16b：収容穴

18：超音波センサ

18a：検出面

20：皮膚

22：血管

28：上腕(生体の一部)

30：液状物質

30a：液面

32：液状物質貯留装置

34：弾性シート

34a：外周部

34b：内周部

36：案内装置

38：X軸方向駆動装置

40：移動部材

46：超音波プローブ

10

20

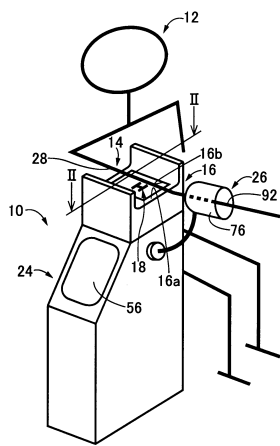
30

40

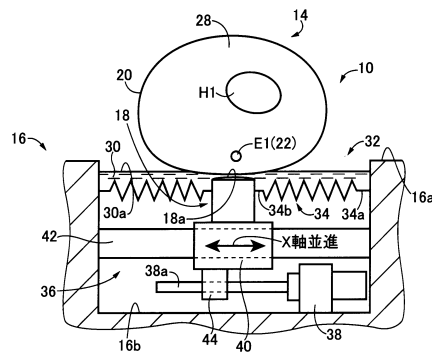
50

- 48 : 多軸駆動装置(回動位置決め装置)
- 86 : 液状物質貯留装置
- 88 : 袋状弾性体
- 92 : 前腕(生体の一部)
- 94 : 血管
- A : 第1短軸用超音波アレイ探触子
- B : 第2短軸用超音波アレイ探触子
- C : 長軸用超音波アレイ探触子
- $a_1 \sim a_n$: 複数の超音波振動子(超音波発振子)

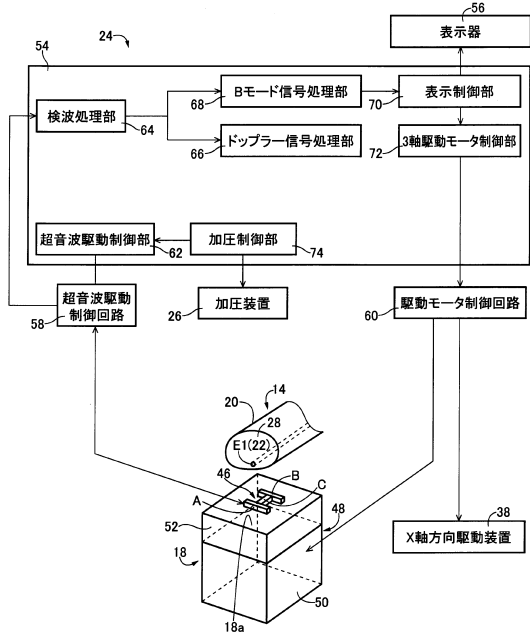
【図1】



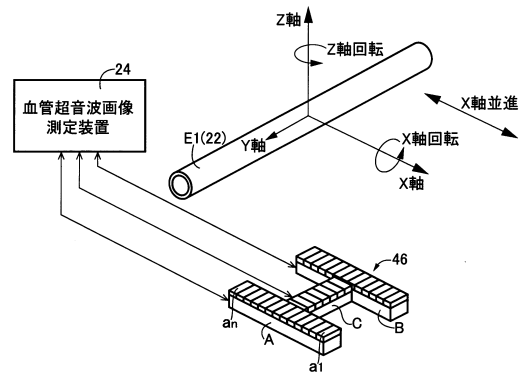
【図2】



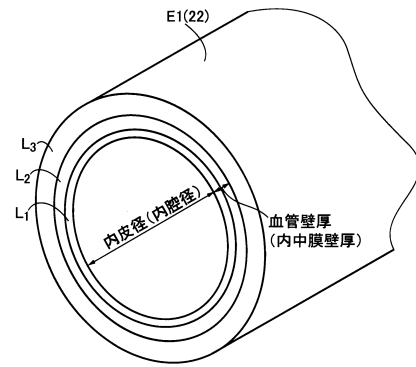
【図3】



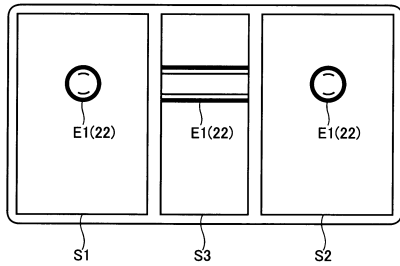
【図4】



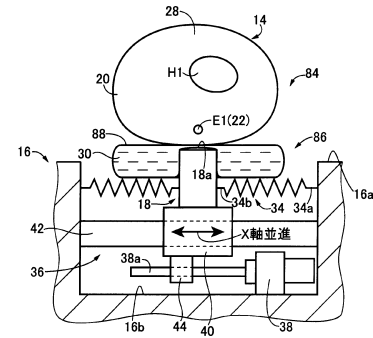
【図5】



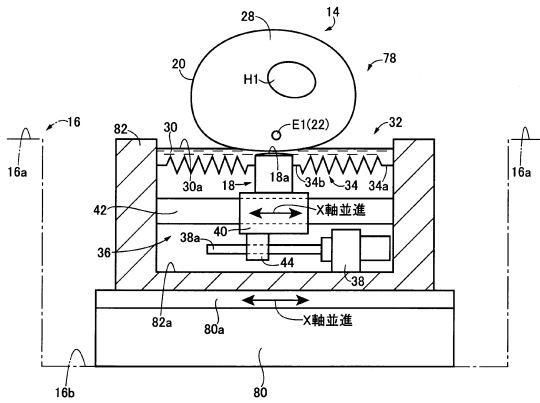
【図6】



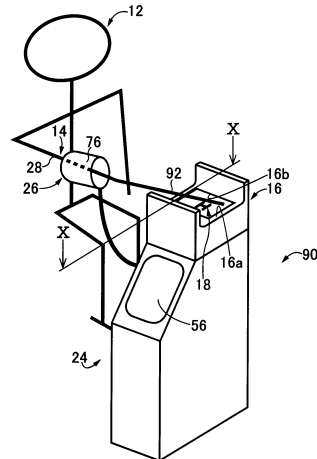
【図8】



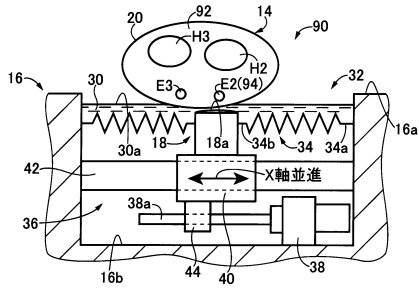
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 英範
愛知県名古屋市中区栄二丁目6番1号 株式会社ユネクス内

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2002-238899(JP,A)
特開2002-238898(JP,A)
特開2004-305422(JP,A)
国際公開第2011/030415(WO,A1)
国際公開第2010/103997(WO,A1)
特開2009-072481(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15